

CLEANING MEMBER, CYLINDRICAL CLEANING ELEMENT OF CLEANING MEMBER, METHODS FOR PRODUCING CLEANING MEMBER AND CYLINDRICAL CLEANING ELEMENT, AND TOOL FOR ENLARGING DIAMETER OF CYLINDRICAL CLEANING ELEMENT

BACKGROUND OF THE INVENTION

本発明は、半導体ウエハのスクラブ洗浄等に用いられる洗浄部材に関する。

図4には、半導体ウエハWの表面を洗浄するためのスラブ洗浄装置が示されている。この洗浄装置は、被洗浄物である半導体基板Wを保持して、回転させるスピンドルチャック40と、基板Wの被洗浄面に洗浄液を供給する洗浄液ノズル43とを有しており、支持駆動部44によってウエハWの表面と並行に設定された円筒状洗浄部材46が、その中心軸線を中心に回転され、回転状態にあるウエハWの表面を擦りながら洗浄するようになっている。洗浄に際しては、ノズル43から洗浄液が供給される。

洗浄部材46は、図5に示すように、回転軸51及びその周りに取り付けられたスポンジ等から形成される円筒状洗浄部材52から構成され、これらを組み立てるには、円筒状洗浄部材52の内周面に潤滑剤を塗り、同内周面よりも直徑が大きい回転軸51を当該円筒状洗浄部材52の一端から挿入して行っている。従って、そのようにして形成される洗浄部材は、スポンジ製の円筒状洗浄部材52が変形したり、場合によっては、破損する虞もあった。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、そのような従来の洗浄部材の問題点を解消することを目的とする。

すなわち、本発明は、軸線方向に延びる貫通孔を有する円筒状洗浄部材と、該円筒状洗浄部材の貫通孔に圧力嵌めされた回転軸とを備え、円筒状洗浄部材は、湿潤状態と、乾燥状態となりうるものであり、前記回転軸から分離した状態で、湿潤状態とされた前記円筒状洗浄部材は、その貫通孔が前記回転軸の軸径よりも小さい径を備え且つ拡径可能であり、乾燥状態においては、前記貫通孔を拡径した状態で同化可能であり、回転軸の円筒状洗浄部材の貫通孔との圧力嵌めは、当該円筒状洗浄部材の湿潤状態においてなされていることを特徴とする洗浄部材を

提供する。

この洗浄部材を製造する場合には、次のように行う。

前記円筒状洗浄部材と前記回転軸を用意し、円筒状洗浄部材を湿潤状態とし、湿潤状態とされた円筒状洗浄部材の貫通孔を回転軸の径よりも大きい径に拡径し、拡径した円筒状洗浄部材を乾燥して固化し、乾燥固化した前記円筒状洗浄部材の貫通孔に回転軸を挿入し、回転軸が挿入された円筒状洗浄部材を湿潤状態とすることにより、該円筒状洗浄部材の貫通孔を縮径して回転軸との圧力嵌めを生じさせる。

この方法において、円筒状洗浄部材の貫通孔を拡径させるには、軸線方向に延びる貫通孔を有し、直徑が拡縮可能とされた円筒状の分割心棒であって、縮小した状態の直徑が湿潤状態の円筒状洗浄部材の所定の径よりも小さくなるようにされた分割心棒と、該分割心棒の貫通孔内に挿入されて同分割心棒の直徑を前記回転軸の外径よりも大きく拡張する拡径部材とからなる円筒状洗浄部材拡径具を用いて行うことができる。

以下、本発明を添付図面に示した実施例に基づき説明する。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1(a)は、円筒状洗浄部材及びその貫通孔に挿入された回転軸からなる本発明の実施例に係る洗浄部材の断面図；

図1(b)は、同洗浄部材の回転軸を装着する前の円筒状洗浄部材の断面図であり、左側が同部材が湿潤状態にあるとき、右側が乾燥状態にあるときを示す図である。

図2(a)は、図1の洗浄部材の湿潤状態にある円筒状洗浄部材を拡径するための円筒状洗浄部材拡径具を示す一部断面平面図であり；

図2(b)は、同円筒状洗浄部材拡径具の正面図であり；

図2(c)は、図2(b)のA-A線に沿って見た断面図；

図2(d)は、図2(c)と同じ断面を示すが、円筒状洗浄部材拡径具の縮径状態を示す図であり；

図2(e)は、同円筒状洗浄部材拡径具の縮径状態を示す端面図である。

図3は、他の実施例に係る円筒状洗浄部材拡径具の断面図である。

図4は、本発明に係る洗浄部材を装着した、ウエハを洗浄するためのスクラブ洗浄装置の斜視図である。

図5は、円筒状洗浄部材と回転軸とを組合せる方法を示す図である。

DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENT

図1(a)は、スクラブ洗浄装置において用いられる本発明の実施例に係る洗浄部材を示す。図示のように、この洗浄部材10は、軸線方向で延びる貫通孔を有するスポンジ製の円筒状洗浄部材21と、該円筒状洗浄部材の貫通孔に圧力嵌めされた円形断面の回転軸11とから構成されている。回転軸11の両端は円筒状洗浄部材21から突出しており、その一端(図中右端)にはフランジ12が形成されており、円筒状洗浄部材21の一端が該フランジ12に当接するようになっている。図示の例では、フランジ12は円筒状洗浄部材21よりも小さい外径を有している。回転軸11の他端(図中左端)13にはネジが切られており、このネジにナット14が装着され、ナット14の端面が、円筒状洗浄部材21の他端に当接するようになっている。

回転軸11の外周面にはローレットが切られ、或いは、軸線方向で延びる細い溝が周方向で間隔をあけて複数形成され、回転軸11と円筒状洗浄部材21とが、相対的に滑らないようになっている。回転軸11の外周面には、回転軸11の内部から円筒状洗浄部材21へ洗浄液を供給するための洗浄液供給開口を設けることができる。

図1(b)は、回転軸11に装着していない状態の円筒状洗浄部材21を示しており、左側には水により湿潤状態とされた円筒状洗浄部材21aが、右側には乾燥状態の円筒状洗浄部材21bが示してある。湿潤状態の円筒状洗浄部材21aは、回転軸の直径d1よりも小さい内径d3を有し、また、乾燥状態の円筒状洗浄部材21bは、直径d1よりも大きい内径d2を有している。

円筒状洗浄部材21は、湿潤状態と乾燥状態が可逆な材料で、水でしめられた湿潤状態では、かなりの自由度をもって所望の形状に変形させることができ、また、湿潤状態で所望の形状に変形させて、そのまま保持して乾燥状態とすると、ほぼその所望の形状のまま固化し、また、乾燥固化状態の該材料を再び湿潤状態とすると、ほぼ元の形状に戻るような材料で形成される。図示の実施例では、P

V A (ポリビニルアルコール) を原料として、これにアルデヒド類を縮合して製造する P V A t (ポリビニルアセタール)、特に、 P V F (ポリビニルホルマール) を用いるのが好ましい。この材料は、親水性に優れ、微細な連続気孔により、吸水性と保水性を有し、上記のごとき特性を備え、また、洗浄に際しては、被洗浄物を傷つけず、被洗浄物の凹凸面にも追従し、また、吸水むらがない。

図 2 (a) は、基台 3 3 に載置された円筒状洗浄部材成型具 3 0 の平面断面図であり、図 2 (b) は、その正面図である。2 点鎖線は、円筒状洗浄部材 2 1 を示す。

円筒状洗浄部材成型具 3 0 は、円筒状の分割心棒 3 1 と、その中に挿入される 2 本の拡径部材 3 2 a、3 2 b とで構成されている。分割心棒 3 1 は、 A - A 矢視拡大断面図図 2 (c) に示すように、円筒状の心棒をその円周方向で複数のセグメントに分割した形態とされている。この実施例では、心棒は 3 つのセグメント 3 1 a、3 1 b、3 1 c から構成されている。セグメント数は、 2 以上であればよいが、 3 または 4、特に 3 が最も好ましい。

図 2 (d) は、分割心棒 3 1 のセグメントを相互に密着させて、セグメント間のギャップ t をゼロにした縮径状態の断面である (断面は図 (c) と同じ位置)。この断面は、真円ではなくおむすび型になっており、外周の直径方向の最大寸法は D_1 、最小寸法は D_1' である。寸法 D_1 は、円筒状洗浄部材 2 1 の湿润状態の内径 d_3 とほぼ等しいかまたはそれよりも小さくされている。内径 d_3 と同等もしくは多少大きくても、円筒状洗浄部材 2 1 は弹性変形可能であり、分割心棒を円筒状洗浄部材 2 1 に挿入するのは困難ではない。分割心棒 3 1 が、円筒状洗浄部材の内径 d_3 よりも 10 % 程度大きいなら比較的容易に挿入することができる。

拡径部材 3 2 a、3 2 b は、分割心棒 3 1 の両端側から挿入できるようになっており、それぞれの先端すなわち内側端に向けて先細りの円錐形状 (テーパ状) とされており、分割心棒 3 1 の内周面にも、拡径部材 3 2 a、3 2 b が当該分割心棒 3 1 内に挿入された状態で、拡径部材 3 2 a、3 2 b のテーパ状面と一致する形状が与えられている。

拡径部材 3 2 a、3 2 b の内側端 (先端) の直径は、セグメント 3 1 a、3

1 b、3 1 c を相互に密着させた状態の分割心棒 3 1 の端部内面の内接円直径 r_1 よりも小さく、また、テーパの根元の直径は、拡径部材 3 2 a、3 2 b を前記分割心棒 3 1 の内周側に挿入したとき、分割心棒 3 1 の外周の直径 D_2 が、回転軸 1 1 の外周の直径 d_1 よりも大になるよう形成されている。

分割心棒 3 1 の全長 L_2 は、円筒状洗浄部材 2 1 の全長 L_1 と同じかそれより長く形成されている ($L_1 \leq L_2$)。拡径部材 3 2 a、3 2 b の、先端(内側端)から基端(根元)までの長さ L_3 は、長さ L_2 の半分と同じか、それより短く形成されている ($L_3 \leq L_2 / 2$)。また拡径部材 3 2 a、3 2 b の基端にはフランジが形成されており、拡径部材 3 2 a、3 2 b を根元まで分割心棒 3 1 に挿入したとき、そのフランジが分割心棒 3 1 の端面に当接するようになっており、拡径部材 3 2 a、3 2 b を分割心棒 3 1 に挿入すれば、該フランジが端面に当接して、分割心棒 3 1 の外径が自動的に直径 D_2 になるようになっている。

拡径部材 3 2 a、3 2 b の材料は、回転軸 1 1 と同じ材料とするのが好ましく、典型的には PVC (ポリ塩化ビニル) である。このようにすれば、円筒状洗浄部材 2 1 が製造中に金属イオン等で汚染されるのを防止できる。

ここで一実施例における各寸法の例を示す。円筒状洗浄部材 2 1 については、回転軸に取り付けない湿潤状態で、全長 L_1 が 208 mm 公差 0 ~ +2 mm、内径 d_3 が 18 mm、外径 31 mm (図示しない実施例では外周面に半径方向にほぼ 3.5 mm 程度延びる断面直径が 5 mm 程度の突起が相互に間隔をあけて多数設けられ、その場合の外径 (突起先端に接する円の直径) は 38 mm)、回転軸に取り付けた湿潤状態で、全長 L_1 が 209 mm、外径が 38 mm 公差 0 ~ +2 mm、回転軸の外径 d_1 は 21 mm であった。したがって、円筒状洗浄部材の締め代は、 $d_1 / d_3 = 21 / 18 = 1.17$ 、即ち 17 % であった。分割心棒の外径 D_2 は 21.5 mm、 D_1 は 19.72 mm、 D_1' は 19.47 mm であった。したがって、内径の拡大率は、 $D_2 / d_3 = 21.5 / 18 = 1.19$ 、即ち 19 % であった。

以上説明したような円筒状洗浄部材成型具 3 0 を用いて、乾燥した円筒状円筒状洗浄部材 2 1 b (図 1 (b)) を製造する方法を説明する。

まず湿潤状態で内径が d_3 の円筒状洗浄部材 2 1 を用意する。この円筒状洗浄

部材 2 1 に縮径した分割心棒 3 1 (3 1 a, 3 1 b, 3 1 c) を挿入する。分割心棒 3 1 の外周の寸法 $D 1$ 、 $D 1'$ が、湿潤状態の円筒状洗浄部材 2 1 の内周の直径 $d 3$ よりほぼ 10 パーセント程度大きいが、円筒状洗浄部材 2 1 の中空部には容易に挿入できる。

次に分割心棒 3 1 に、2 本の拡径部材 3 2 a、3 2 b を、両端から同時に、同拡径部材のフランジが分割心棒の端面に当接するまで挿入する。2 本を同時に挿入するので、分割心棒 3 1 は一様に拡大され、外径は $D 2$ となる。円筒状洗浄部材 2 1 は、湿潤状態で弾性変形可能なので、その内径は $D 2$ まで拡大し、その状態で維持される。

このように内径を拡大した状態に維持しつつ、基台 3 3 と共に、約 50 ℃ に維持される電気炉に納め、20 時間以上 (一実施例では 23 時間) 保持する。但し、保持の時間は、電気炉の温度との兼ね合いで前記よりも長く、或いは短くすることもできる。例えば温度が 50 ℃ より低ければ、保持の時間は 20 時間よりもかなり長くすることを要し、例えば 55 ℃ とすれば、20 時間より短くすることもできる。また温度だけでなく、電気炉内を (真空中に) 排気したり、高純度窒素等を置換して低湿度に除湿してやれば、時間を短くすることができる。

電気炉内で十分に乾燥した後に取り出し、拡径部材 3 2 a、3 2 b を、分割心棒 3 1 から抜き出す。すると分割心棒の外径は、 $D 1$ 、 $D 1'$ になるので、乾燥した円筒状洗浄部材 2 1 b から分割心棒 3 1 を容易に抜き出すことができる。このようにして作られた乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b は、固化しているので、取り扱いが容易である。

このようにして作られた乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b は、その内径 $d 2$ がほぼ直徑 $D 2$ と同じであり、回転軸 1 1 に緩く挿入できる。挿入後、円筒状洗浄部材 2 1 を湿潤状態にすると、元の形状に戻り縮径するので、図 1 (a) に示す回転軸 1 1 と円筒状洗浄部材 2 1 との組立体 (洗浄部材 1 0) が形成される。この洗浄部材 1 0 は、図 4 のような洗浄装置の支持駆動部 4 4 に取り付けられ、半導体ウエハ W 等の洗浄に用いられる。

乾燥した円筒状洗浄部材 2 1 b は固化しているが、ある程度の弾性を有する。したがって、その内径 $d 2$ の測定方法によっては、大きめに測定されたり、小さ

めに測定されたりする。「円筒状洗浄部材 2 1 b の内径 d_2 が回転軸 1 1 の外径 d_1 より大きい」とは、乾燥固化された円筒状洗浄部材 2 1 b が回転軸 1 1 に無理なく押し込める状態にあることを言い、両者がほぼ等しい場合をも含むものとする。

図 3 には、別の実施例に係る円筒状洗浄部材成型具 3 4 が示してある。成型器具 3 4 では、2 以上のセグメントからなる分割心棒 3 5 の全長は成形具 3 0 と同じく L_2 であるが、一端から他端に向けて一様に先細りとされている。拡径部材 3 2 c の長さ L_3' は、分割心棒 3 5 の長さ L_2 より僅かに短く作られており、同様に先細りとされている。この実施例においても、図 2 の場合と同様に、拡径部材 3 2 c を分割心棒 3 5 に挿入することにより、湿潤状態にある円筒状洗浄部材の内径を拡大し、乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b を製造することができる。

乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b の製造は、クリーンルームで行うのが好ましい。

円筒状洗浄部材 2 1 を乾燥状態にする前に、湿潤状態において必要に応じて以下の清浄処理（洗浄）①～③を行なってもよい。①円筒状洗浄部材 2 1 を超純水を供給しつつ押し洗いする。②円筒状洗浄部材 2 1 を界面活性剤（和光純薬工業製の N C W 6 0 1 A 等）または弱酸あるいは弱アルカリ性で電子工業用洗浄剤を超純水で希釈した円筒状洗浄部材 2 1 を変質させない洗浄液中に浸漬し超音波洗浄する。③円筒状洗浄部材 2 1 を超純水を供給しつつ押しながら濯ぎ洗いする。尚、円筒状洗浄部材成形具も、円筒状洗浄部材を取付けて乾燥に使用する前に押し洗いは必要としないが、上記①～③と同様に超純水または洗浄液で洗浄しておく。

クリーンルームで、清浄処理され上述のように拡径され乾燥・固化させた乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b を、さらに発塵のないノンパウダーのポリエチレン袋に真空パックまたはダスト除去された高純度窒素を充填させるクリーン梱包してもよい。さらに同発塵のないポリエチレン袋等で二重梱包してもよい。このようにすれば、クリーンルームから出荷された乾燥円筒状洗浄部材は外部の図 4 のような洗浄装置のある半導体製造用クリーンルーム内に持ち込む直前に外側の梱包を外し、洗浄装置に取付ける直前で真空パックまたはクリーン梱包を外せばクリーンルームの清浄下で製造した乾燥円筒状洗浄部材 2 1 b を外気にさらして汚染させ

ることなく、回転軸11に挿入させて洗浄部材10を組立て、これを洗浄装置に取付けることができる。こうして洗浄装置に取付けられた洗浄部材10に洗浄液ノズル43から超純水を供給して円筒状洗浄部材21を湿润状態に戻し、清浄な半導体ウエハを洗浄装置にセットして洗浄装置の運転を開始し、湿润状態にした円筒状洗浄部材の洗浄能力を立ち上げるための初期化洗浄を行なってもよい。このように乾燥前に湿润状態において予め円筒状洗浄部材を清浄処理し、クリーン梱包すれば極めて清浄かつ短時間で円筒状洗浄部材の初期化洗浄をすることができる。

湿润円筒状洗浄部材21の拡大率、即ち D_2/d_3 ($= d_1/d_3$) は、15～40%とする。拡大率が小さ過ぎると、回転軸11との締め代が十分にとれず、拡大率が大き過ぎると円筒状洗浄部材21が破損する虞がある。拡大率は、さらに好ましくは19～25%とする。一実施例では23%とした。

従来は、回転軸に、湿润状態の円筒状洗浄部材を無理に押し広げて挿入していたので、例えば20%以上の拡大率とすると、円筒状洗浄部材が割れることがあった。しかしながら、本発明の円筒状洗浄部材成型具を用いれば、一様に拡大されて無理な力が加わらず、破損させることなしに拡大が可能である。

円筒状洗浄部材21は回転軸11の外周に圧力嵌めされており、洗浄の際に、円筒状洗浄部材21と基板Wの間の摩擦により円筒状洗浄部材21に作用する回転モーメントによる回転軸11と円筒状洗浄部材21との滑りが防止される。また、洗浄時の回転軸11と円筒状洗浄部材21の滑り防止のために、回転軸11には細かい溝を形成したローレット加工が施され、さらに滑りにくくなっているが、前述の如き乾燥円筒状洗浄部材21bを用いれば、ローレット加工がほどこされた回転軸11にも、容易に円筒状洗浄部材を取り付けることができ、また、締め代も十分にとることができるので、洗浄中の円筒状洗浄部材21と回転軸11との滑りも抑えることができ、したがって、円筒状洗浄部材21のよじれも最小限に抑えることができる。

従来は、クリーンルーム内の図4のような半導体ウエハの洗浄装置のある半導体製造現場で円筒状洗浄部材のみを交換することが困難であったために、予め円筒状洗浄部材を回転軸に装着したものを用意しておき、円筒状洗浄部材が磨耗し

た場合などには、回転軸を取り外し、新たなものと交換していた。従って、円筒状洗浄部材を廃棄する場合は、その回転軸も一緒に廃棄していた。本発明によれば円筒状洗浄部材を容易に回転軸に装着することができるので、そのような問題を解消することができる。

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲において種々の変更を行うことが可能である。